

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАТИЧЕСКИХ СМЕСИТЕЛЕЙ

*Айвазов М.Д., Морданов С.В., Никулин В.А.
УрФУ, s.v.mordanov@gmail.com*

Большое количество технологических процессов химических и смежных производств связано с усреднением в рабочем объеме аппаратуры параметров переноса, таких как температура, концентрация и т.п. Традиционно данные задачи реализуются с помощью аппаратов с механическим перемешиванием. Как показывает практика, технические решения проблем механического перемешивания часто далеки от оптимальных.

Процессы, протекающие в химических реакторах и смесителях, часто многостадийны. Причем, стадии таких процессов могут требовать различных режимов по температуре, давлению, интенсивности перемешивания и т.д. На практике, при протекании многостадийных процессов в одном аппарате часто бывает сложно установить факт окончания очередной стадии, особенно в аппаратах большого объема. Это приводит к увеличению временных и энергетических затрат, снижению качества продукции и другим негативным последствиям.

Многие технологические операции, традиционно выполняющиеся в объеме реактора или смесителя, логично вынести из объема аппарата. Такие операции, как предварительное смешение, разбавление до требуемых концентраций и т.д. можно осуществлять в схемах проточного смешения с использованием статических смесителей.

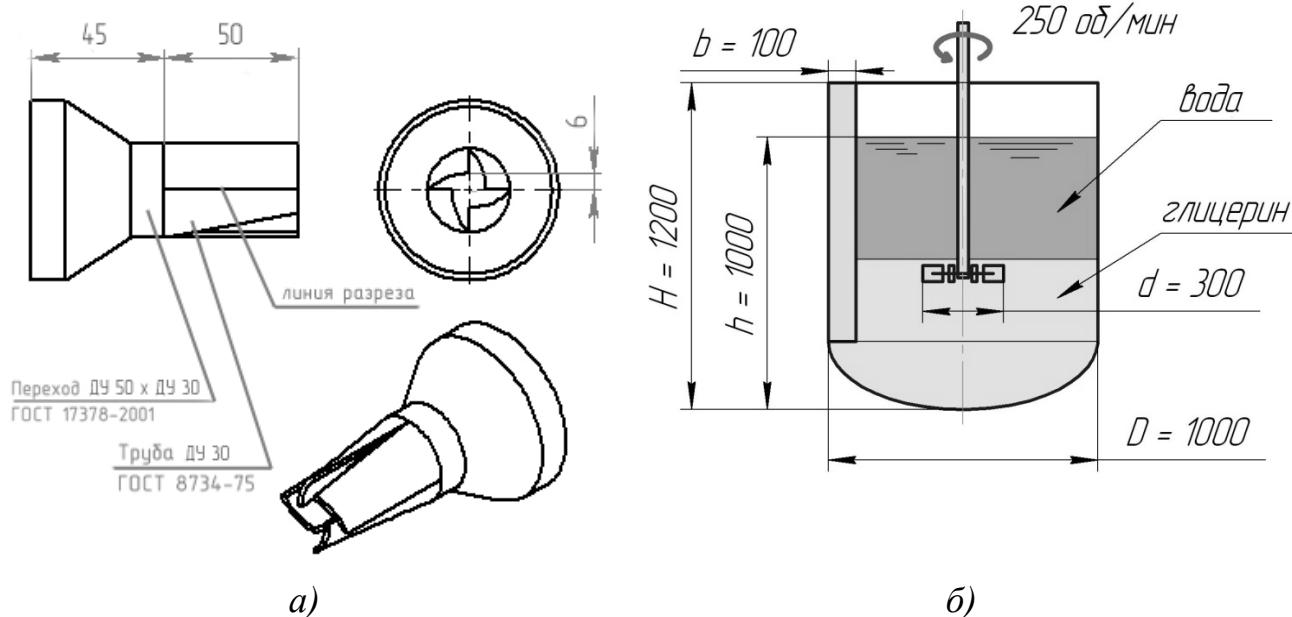
Химико-технологический процесс условно можно разделить на стадии, где лимитирующими являются массообменные процессы и химические реакции, и стадии, где лимитирующим является характер циркуляции потоков внутри реакционного объема, т.е. перемешивание. Применение проточных смесителей целесообразно в тех случаях, когда лимитирующей стадией процесса является собственно перемешивание. Аппараты с механическим перемешиванием, напротив, логично использовать тогда, когда лимитирующим фактором процесса является массообменная стадия или химическая реакция.

Под технологической эффективностью перемешивания понимают совокупность трех факторов [1]:

- 1) достижение желаемого распределения параметров переноса в рабочем объеме аппарата;
- 2) время достижения такого распределения (время перемешивания);
- 3) полные или удельные затраты энергии, необходимые для достижения такого распределения.

Рассмотрим смешение воды и глицерина в статическом смесителе собственной конструкции авторов [2] (рисунок, а) и в аппарате с турбинной мешалкой (рисунок, б). Проведем расчет и анализ обоих случаев с помощью методов вычислительной гидродинамики [3, 4]. Воспользуемся для этого моделью многофазного течения [3, 5] и k-ε моделью турбулентных пульсаций Лаундера и

Сполдинга [6, 19]. Примем контрольный объем перемешиваемой смеси равным $0,757 \text{ м}^3$ (рабочий объем реактора с высотой 1200 мм и диаметром 1000 мм).



Конструкция проточного и емкостного смесителей

Результаты выполненных расчетов представлены в таблице. При равных контрольном времени перемешивания и производительности удельные энергетические затраты в проточном смесителе в пять раз ниже, чем в аппарате с мешалкой. При этом габариты проточного смесителя существенно меньше и позволяют встраивать его в существующие линии подачи технологических сред. Энергия, необходимая на перемешивание, сообщается в случае статического смесителя существующими питающими насосами.

Энергосберегающий эффект достигается за счет грамотной организации турбулентных микро-, мезо- и макро- вихрей в объеме перемешивания.

Сравнительная характеристика аппарата с мешалкой и статического смесителя

Контрольная величина	Аппарат с мешалкой	Статический смеситель
Время перемешивания контрольного объема, с	300	200-300*
Конечная неусредненность плотности, %	2 %	2 %
Удельные энергетические затраты, Вт/м ³	2000	100-400*
Производительность аппарата по конечной смеси, м ³ /ч	9	9-14*
Габаритные размеры (без учета опор и обвязки), мм	1000Ч1000Ч1200	400Ч150Ч50

* в зависимости от производительности насосов

Библиографический список

1. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками; пер. с польск. яз. И.А. Щупляка. Л.: Химия, 1975.
2. Патент 118878 РФ, 10.08.2012.
3. Marshall E.M. Computational Fluid Mixing / E.M. Marshall, A. Bakker. Lebanon, New Hampshire: John Wiley and Sons, 2003.
4. Pozrikidis C. Fluid Dynamics: Theory, Computation, and Numerical Simulation / C. Pozrikidis. New York, NY: Springer, 2009.
5. Хомяков А.П. Моделирование работы автоклавов выщелачивания глиноземных производств / А.П. Хомяков, С.В. Морданов, В.А. Никулин, С.Н. Сыромятников // Тр. Сверд. науч.-исслед. ин-та хим. машиностроения. Сер.: Оборудование для оснащения технологических производств. Екатеринбург: Свердловский химический машиностроительный институт, 2010. Вып. 17 (81). С. 74-88.
6. Launder B.C. Lectures in Mathematical Models of Turbulence / B.C. Launder, D.B. Spalding. London: Academic Press, 1972.
7. Хомяков А.П. Применение RNG К-Е модели турбулентности к задачам перемешивания жидкостей в аппаратах с мешалками / А.П. Хомяков, С.Н. Сыромятников, С.С. Пещура, С.В. Морданов // Тр. Сверд. науч.-исслед. ин-та хим. машиностроения. Сер.: Оборудование для оснащения технологических производств. Екатеринбург: Свердловский химический машиностроительный институт, 2009. Вып. 16 (80). С. 211-216.

ИЗУЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЧЕЛОВЕКА. ВЛИЯНИЕ ЗАПАХОВ.

*Акашкина А., Ануфриева Е.И.
УрФУ, elenanufrieva@rambler.ru*

Человек наделен от природы уникальными свойствами, особенностями и возможностями своего организма. Окружающий нас мир мы познаем чувствами и ощущениями. И в этом нам помогают так называемые анализаторы: зрение, слух, обоняние, вкус. Нам всем нравятся определенные запахи, мы очень различно реагируем на них. Сейчас в медицине используют лечение ароматами эфирных масел – ароматерапию. Эфирные масла – это душистые, легко летучие вещества, содержащиеся в различных частях растений, главным образом в цветах, листьях, плодах, корнях. История использования эфирных масел в лечебных и косметических целях уходит в глубокую древность. Археологи обнаружили флаконы с благовониями в древнеегипетских гробницах.

С развитием технического прогресса в 19 веке началось создание синтетических лекарственных препаратов нового поколения, и популярность лечения травами пошла на убыль. В косметике и парфюмерии стали применять более дешевые искусственные аналоги. В начале 20 века французский химик Рене Гаттефоссе убедительно доказал целебные свойства натуральных эфирных масел и ввел термин "ароматерапия". С того времени и началось возрождение лечения ароматическими маслами. Ароматерапия является одним из популярнейших и быстроразвивающихся направлений нетрадиционной медицины, она безвредна и проста в применении. Эфирные масла оказывают на организм человека различные действия: успокаивающее, восстанавливающее, стимулирующее, антибактериальное и др. Ароматерапия нормализует психическое состояние человека, улучшает циркуляцию крови и лимфатической жидкости,